

车联网白皮书

(C-V2X 分册)

中国信息通信研究院
国泰君安证券股份有限公司
2019 年 12 月

CAICT 中国信通院

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

车联网是汽车、电子、信息通信、交通运输和交通管理等行业深度融合的新型产业形态。蜂窝车联网（C-V2X）无线通信技术作为关键使能型技术，将有助于构建“人-车-路-云”协同的车联网产业生态体系。随着 5G 商用元年的开启，加快推进 C-V2X 技术创新和产业化成熟，不仅有利于我国抢占车联网发展的战略制高点，还有利于加快 5G 在我国的部署应用。

本白皮书将聚焦 C-V2X 发展，从技术、应用、产业和政策措施四个维度进行剖析。技术部分包含标准化、研发产业化、测试验证和应用示范等方面的最新进展及相关问题。应用部分提炼了融合发展的趋势和成熟度、以及典型应用的实践和价值链。产业部分则侧重讨论 C-V2X 将为汽车、交通等行业带来的新应用生态，“平台”、“数据”将成为变革的核心。最后以融合发展政策措施和展望总结全文，希望我国能抓住难得的历史发展机遇，加快推进车联网融合创新发展，带动和影响形成全球广泛认同。

目 录

一、C-V2X 内涵	1
二、C-V2X 发展概述	1
（一）C-V2X 标准化进程	1
（二）C-V2X 研发产业化	5
（三）C-V2X 测试验证	7
（四）应用示范与基础设施建设	8
三、C-V2X 融合应用和产业	10
（一）融合应用发展趋势	10
（二）典型应用实践及价值链剖析	13
（三）产业生态新体系	22
四、C-V2X 融合发展政策措施及建议	28
（一）欧美战略性布局车联网产业发展	28
（二）我国车联网产业发展环境加速形成	30
（三）C-V2X 融合创新发展展望	33

CAICT 中国信通院

图表目录

图 1	应用成熟度象限.....	13
图 2	场端自动代客泊车系统参考架构.....	16
图 3	AVP 产业链结构及行业特征	16
图 4	车辆编队行驶降低风阻示意.....	17
图 5	车辆编队行驶的商业模式分析.....	18
图 6	智慧矿山网联自动驾驶解决方案架构.....	20
图 7	国内企业积极探索智慧矿山网联自动驾驶工作.....	21
图 8	矿区智能驾驶商业模式.....	22
图 9	产业生态图谱.....	23
图 10	车联网云服务平台建设构想.....	25
图 11	UBI 保险商业模式.....	27
表 1	CCSA C-V2X 核心技术标准.....	4
表 2	有望协助建设车联网应用平台的各类厂商.....	26

CAICT 中国信通院

一、C-V2X 内涵

车联网是汽车、电子、信息通信、交通运输和交通管理等行业深度融合的新型产业形态，是培育新的经济增长点、加快新旧动能接续转换的重要载体。蜂窝车联网（Cellular-V2X, C-V2X）技术是基于 3GPP 全球统一标准的车联网无线通信技术（Vehicle to Everything, V2X），包括基于 LTE 移动通信技术演进形成的 LTE-V2X/LTE-eV2X 技术以及基于 5G NR 平滑演进形成的 NR-V2X 技术。

C-V2X 技术通过将“人-车-路-云”交通参与要素有机地联系在一起，不仅可以支撑车辆获得比单车感知更多的信息，例如解决非视距感知或容易受恶劣环境影响等情况，促进自动驾驶技术成熟和应用；另一方面还有利于构建智慧交通体系，例如解决车辆优先级管理、交通优化控制等情况，促进汽车和交通服务的新模式新业态发展。

二、C-V2X 发展概述

（一）C-V2X 标准化进程

1. 国际 C-V2X 标准化进程

面向车联网应用在通信时延、可靠性和数据速率等方面的更高需求，3GPP、ETSI、ISO 等国际标准化组织积极开展标准化工作。

C-V2X 技术在 3GPP 的标准化发展可以分为三个阶段。第一阶段，3GPP Release 14 基于 LTE 的 V2X 标准化工作于 2017 年 3 月完成，面向基本的道路安全业务的通信需求，引入了工作在 5.9GHz 频段的

直通链路（PC5 接口）通信方式，并对公众移动蜂窝网的 Uu 接口进行了优化。第二阶段，3GPP Release 15 对 LTE-V2X 的增强标准化工作于 2018 年 6 月完成，主要是在 PC5 接口引入了载波聚合、高阶调制等技术以提升数据速率、并引入可降低时延的部分技术。3GPP Release 15 的 5G 标准重点针对增强移动宽带场景，没有对 V2X 业务进行针对性设计和优化。第三阶段，3GPP Release 16 于 2018 年 6 月启动了 NR-V2X 的研究课题，重点是面向高级 V2X 业务的需求，研究基于 5G NR 的 PC5 接口技术和对 Uu 接口的增强，该研究课题在 2019 年 3 月完成，并启动了相应的 NR-V2X 标准化项目。主要标准化内容包括：基于 PC5 和 Uu 接口支持高级 V2X 业务；对于 PC5 接口支持单播、组播和广播三种模式，以提供支撑不同业务的能力；NR-V2X 支持 In-Coverage, Partial-Coverage 和 Out-of-Coverage；NR-V2X 基于通用的架构支持直通链路在中低频和毫米波频段工作；支持 LTE-V2X 和 NR-V2X 共存。此外，Uu 接口网络还引入了 V2X 通信切片、边缘计算、QoS 预测等特性，以满足车联网低时延、高可靠性、大带宽等需求。

为满足车联网计算处理能力和跨服务平台互联互通等方面的需求，欧洲电信标准化委员会（ETSI）针对多接入边缘计算（MEC）技术的服务场景、参考架构等开展了一系列标准化工作，2017 年立项了“APP 移动性 API 规范”“MEC 对 V2X 支持研究”等项目；2018 年又启动了“V2X API 规范”项目，开展支持 V2X 的 MEC API 定义。3GPP 也将支持 MEC 功能作为 5G 网络架构设计的重要参考，3GPP

SA1 在 2016 年开启 MEC 平台需求研究，随后 SA2、SA5 分别从 5G 网络架构与 MEC 融合、MEC 平台管理等角度启动研究。在 3GPP TS 23.501 中已经明确将支持边缘计算功能作为未来 5G 网络架构设计的重要参考。此外，中国主导立项的 ISO 17515-3:2019 intelligent transport systems- Evolved-universal terrestrial radio access network- Part 3: LTE-V2X 于 2019 年 8 月正式由 ISO 发布，标志着 C-V2X 技术纳入 ISO 定义的智能交通通信框架，从而支持各设备之间基于 C-V2X 技术实现及时可靠通信。

2.我国 C-V2X 标准化进程

2018 年以来，工业和信息化部与国家标准委联合印发了《国家车联网产业标准体系建设指南(总体要求)》《国家车联网产业标准体系建设指南(智能网联汽车)》《国家车联网产业标准体系建设指南(信息通信)》和《国家车联网产业标准体系建设指南(电子产品和服务)》等文件；2019 年 11 月，工业和信息化部对《国家车联网产业标准体系建设指南（车辆智能管理）》进行公开征求意见。相关文件旨在通过强化标准化工作推动车联网产业健康可持续发展。

全国汽车标准化技术委员会、全国智能运输系统标准化技术委员会、全国通信标准化技术委员会和全国道路交通管理标准化技术委员会共同签署了《关于加强汽车、智能交通、通信及交通管理 C-V2X 标准合作的框架协议》，四方将建立高效顺畅的沟通交流机制，相互支持和参与标准研究制定，共同推动 C-V2X 等新一代信息通信技术在汽车、智能交通以及交通管理中的应用。在四方的积极合作下，我

国 C-V2X 标准化工作取得积极进展。一是核心技术和设备标准制修订基本完成。中国通信标准化协会基本完成了 C-V2X 总体架构、空中接口、安全、网络层、消息层等技术标准和测试规范的制定，以及车载、路侧、基站、核心网等设备技术要求和测试方法等基础标准的制定，如表 1 所示。二是行业应用类标准随产业发展持续完善。汽标委在智能网联汽车分标委下设立“网联功能及应用标准工作组”，推动 C-V2X 标准向汽车商用方向延伸，完成“智能网联汽车通讯需求分析”研究，并启动《基于 LTE-V2X 直连通信的车载信息交互系统技术要求》《道路车辆 网联车辆方法论 第 1 部分:通用信息》《道路车辆 网联车辆方法论 第 2 部分:设计导则》等国家标准制定项目；另外，交通运输和管理行业也在考虑相关技术和应用标准的制定，如完成《合作式智能运输系统 专用短程通信 第 3 部分：网络层和应用层规范》等国家及行业标准发布，以及启动《基于车路协同的营运车辆前方障碍危险预警系统要求》《道路交通信号控制机信息发布接口规范》等行业标准的编制工作。总体看，行业应用类标准将在产业整个周期长期持续开展，支持商用的系统要求和应用标准还亟待制定。

表 1 CCSA C-V2X 核心技术标准

标准分类	标准名称
接入层协议	基于 LTE 网络的车联网无线通信技术 总体技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 空中接口技术要求
网络层协议	基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 网络层测试方法
消息层协议	基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 消息层测试方法

通信安全	基于 LTE 的车联网通信 安全技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全证书管理系统技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 安全认证测试方法
系统（平台）	面向 LTE-V2X 的多接入边缘计算 业务架构和总体需求
	面向 C-V2X 的多接入边缘计算 服务能力开放和接口技术要求（第一阶段）
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 MEC 平台测试方法
设备	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的车载终端设备技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的终端设备测试方法
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 支持直连通信的路侧设备测试方法
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 基站设备测试方法
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备技术要求
	基于 LTE 的车联网无线通信技术 核心网设备测试方法

来源：中国通信标准化协会

（二）C-V2X 研发产业化

核心芯片/模组和终端产品研发基本成熟。一是大唐、华为、高通、移远、芯讯通、Autotalk 等企业已对外提供基于 LTE-V2X 的商用芯片/模组。二是华为、大唐、中国移动、金溢、星云互联、东软、万集等厂商已经可以提供基于 LTE-V2X 的车载单元（OBU）、路侧设备（RSU）硬件设备以及相应的软件协议栈，相关终端产品已具备商用基础。

产业接受程度逐步提升。一是汽车厂商接受度达到较高水平，上汽集团、一汽集团、福特、通用、吉利等逐步开发相关产品，大力推动新车的联网功能。2019 年 3 月，福特宣布首款 C-V2X 车型 2021

年量产；2019 年 4 月，上汽集团、一汽集团、东风公司、长安汽车、北汽集团、广汽集团、比亚迪汽车、长城汽车、江淮汽车、东南汽车、众泰汽车、江铃集团新能源、宇通客车等 13 家车企共同发布 C-V2X 商用路标：2020 下半年至 2021 上半年陆续实现 C-V2X 汽车量产。汽车厂商对 C-V2X 的接受程度越来越高，汽车产业具备了较好的产业推广环境。二是交通行业将其作为新技术选择，交通运输和交通管理行业的主管部门、科研机构和企业等纷纷表达了对 LTE-V2X 技术的支持，并在延崇高速、无锡示范区等进行试验，但在具体设备产品应用和规模化示范中的推动工作仍需进一步加强。

我国车联网平台运营和安全管理机制仍在探索。一是平台与运营仍在探索，三大基础电信运营商大力推进基于 MEC 平台的 C-V2X、5G 业务验证示范；各地车联网先导区和示范区纷纷建设面向车路协同和自动驾驶等应用的车联网数据中心和服务管理平台；路侧智能化设备商联合交通部门、城市管理部门在高速公路、城市道路十字路口等场景建设路侧边缘平台并开展应用示范。各地、各行业对平台与运营模式进行了积极探索，但目前还未形成成熟稳定的模式。二是安全认证技术积累较好，但管理要求尚待明确。芯片/模组企业、软硬件设备企业、整车企业以及安全企业均已开展基于国内 C-V2X 通信安全标准的研发工作。华大电子、信大捷安、上海芯钛等陆续推出车规级安全芯片；大唐于 2019 年 4 月率先进行了 V2X 直连通信安全机制演示；国汽智联于 2019 年 5 月发布了“V2X 安全认证防护体系”；中国移动积极推动“基于移动通信 GBA 技术的 LTE-V2X 安全证书发

布方案”，跨行业合作实现了证书获取、签名、验签等安全保护的机制。安全认证相关技术已形成较好积累，初步具备支持大规模试验和产业化条件，但面向商用的建设和管理体系仍待确定。

（三）C-V2X 测试验证

中国信息通信研究院联合各方力量在 IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组积极推动 LTE-V2X 相关测试标准规范的研究，目前已经形成针对接入层的《LTE-V2X 终端功能测试规范（实验室）》《LTE-V2X 性能测试规范（实验室）》《LTE-V2X 终端间互操作测试规范（实验室）》测试标准，以及针对网络层、应用层的《LTE-V2X 终端网络层一致性测试规范（实验室）》《LTE-V2X 终端应用层一致性测试规范（实验室）》和《LTE-V2X 终端安全一致性测试规范（实验室）》等文件，详细定义了测试结构、设备要求和测试内容。与此同时，搭建了 LTE-V2X 通信协议一致性测试平台，支持网络层、应用层、安全的协议一致性自动化测试。

2018 年 9 月至 10 月，C-V2X 工作组在中国信息通信研究院实验室组织华为、大唐、万集科技、金溢科技、星云互联、东软集团、SAVARI、千方科技、华砺智行共 9 家终端设备厂商，完成了网络层应用层互操作、协议一致性测试。10 月中旬，在中国信息通信研究院实验室，大唐和华为共同完成了基于 3GPP Release 14 的芯片级产品 PC5 互操作测试，标志着国内 LTE-V2X 基本实现了物理层、传输层、网络层、应用层全协议栈的互联互通，也标志着 LTE-V2X 技术标准和解决方案已经基本成熟，具备部署和商用化能力。

2019 年 9 月至 10 月，中国信息通信研究院再次组织开展互操作和互联互通测试，28 家企业的 50 余款产品通过了 C-V2X 全协议栈互联互通测试和 C-V2X 网络层、消息层、安全的协议一致性测试，有效验证了各厂家产品的标准符合程度。2019 年 10 月 22-24 日期间，由 IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组、中国智能网联汽车产业创新联盟、中国汽车工程学会、上海国际汽车城（集团）有限公司共同在上海举办 C-V2X “四跨”互联互通应用示范活动，11 家通信模组厂商、28 家终端提供商、26 家国内外整车厂商、6 家安全厂商和位置服务提供商共同参与，首次实现了“跨芯片模组、跨终端、跨整车、跨安全平台”的应用示范，有效展示了我国 C-V2X 标准协议栈的成熟度，试验验证了 C-V2X 通信安全技术解决方案，协力共建包含安全的完整 C-V2X 产业链。此外，C-V2X 工作组开展 MEC 与 C-V2X 融合业务平台能力与接口研究，推动构建标准化的 MEC 车路协同解决方案，为城市级大规模测试验证奠定了基础。

（四）应用示范与基础设施建设

车联网基础设施建设将从小范围测试示范向规模先导应用逐步过渡。国内各示范区正在加快部署 C-V2X 网络环境，北京、无锡、长沙、上海、重庆等建成了覆盖测试园区、开放道路、高速公路等多种环境。此外，无锡、北京、上海、广州、雄安、重庆、长沙、宁波、盐城等城市积极构建 MEC 与 C-V2X 融合验证环境，在路侧和网络边缘部署集感知、计算、通信于一体的车路协同应用平台，探索 MEC 与 LTE-V2X 及 NR Uu 网络融合创新的示范应用。

无锡示范区构建了全球首个城市级开放道路的示范环境，在 170 平方公里范围、280 公里道路内开展信息化升级改造，包括 400 个交通路口、5 条城市快速道路、1 条城际高速公路；在路侧部署了 LTE-V2X RSU，开放实时信号灯配时、道路视频监控、交通事件等 40 余项交管数据；打造车联网应用管理平台，打通跨行业应用的数据交互，打造公交优先、120 急救通道等民生应用；建立车联网测试验证、安全管理、通信认证鉴权体系；装配一定规模的车载终端，力争最终实现规模商业应用效果。长沙示范区在湘江新区 300 平方公里范围内，开展 113 公里高速公路和 135 公里城市道路的智能化改造，实现 LTE-V2X 与 NR Uu 网络覆盖。建设车联网运营管理平台，实现智慧交通与车路协同应用，力争装配基于 LTE-V2X 的车载终端过万辆。结合长沙本地政策与产业优势，打造特色应用场景，率先实现国内首批自动驾驶出租车载客运行和首批自动驾驶环卫车辆开放道路运行。

2019 年 5 月，工业和信息化部复函江苏省工业和信息化厅，支持创建江苏（无锡）车联网先导区，实现规模部署 C-V2X 网络、路侧单元，装配一定规模的车载终端，完成重点区域交通设施车联网功能改造和核心系统能力提升，丰富车联网应用场景。2019 年 12 月，工业和信息化部复函天津市人民政府，支持天津（西青）创建国家级车联网先导区，发挥在标准机构、测试环境等方面的优势，积极探索跨行业标准化工作新模式，规模部署蜂窝车联网 C-V2X 网络，明确车联网运营主体和职责。湖南长沙、广东广州、北京、重庆、浙江德

清县等也积极筹备创建国家车联网先导区相关工作，北京市计划在 500 公里的道路部署 LTE-V2X 网络；广州市计划在 2019 年建设 2 万座 5G 基站，在超过 700 公里的道路部署 LTE-V2X 网络。随着车联网先导区的部署，LTE-V2X 基础设施建设和管理机制需要深入探索并逐步明确。此外，交通运输部在河北、浙江等九个省区开展智慧公路建设试点，推进上海洋山港无人驾驶示范项目。公安部与工业和信息化部共建国家智能交通综合测试基地，完成半开放城市道路、封闭高速测试环境建设。

三、C-V2X 融合应用和产业

（一）融合应用发展趋势

基于 C-V2X 的车联网应用，从信息服务向提升安全效率和自动驾驶服务演进。以 5G 为代表的新一代信息通信技术为车联网提供了超低时延、超高可靠、超大带宽的无线通信保障和高性能的计算能力，借助于“人-车-路-云”的全方位连接和信息交互处理，车联网不仅可以方便用户在出行过程当中体验到娱乐导航、共享出行、车联网保险等信息服务，更重要的是车联网将为用户的行驶安全、出行效率以及未来的高等级自动驾驶服务提供支持。

1. 提升行驶安全和出行效率是当前应用发展重点

车辆与车辆或者路侧基础设施之间，可以实现十字路口碰撞预警、紧急刹车预警等车辆行驶安全应用。以十字路口碰撞预警为例，车辆对外广播自身的类型、位置信息、运行状态、轨迹等基本

安全消息，交叉路口其他方向车辆通过接收信息进行行驶决策。此外，通过路侧基础设施对路口的车辆、行人进行探测与分析，并将对应的结果进行广播，构建“全息路口”，也可以便于附近通行车辆更好的进行行驶决策。滴滴出行、启迪云控等企业正在北京、上海等地部署应用试验。

此外，经过联网化改造的交通灯或电子标志标识等基础设施可将交通管理与指示信息广播出来，实现诱导通行、车速引导、红绿灯或者限速提醒等出行效率提升和行驶安全应用。以诱导通行为例，交通灯信号机可将灯色状态与配时等信息实时传递给周围的行驶车辆，为车辆决策是否通过路口以及对应的通行速度提供相应依据，并且可以一定程度上避免闯红灯事故的发生。此外，救护车、消防车等特种车辆可将其身份、位置等信息发送至沿途其他车辆，令其让道让行，并向沿途信号机申请实现绿灯通行，保障快速到达任务现场。随着以上效率类场景不断普及，可进一步推动城市路口之间感知与控制信号的联动，构建城市级交通协同调度场景，提升整体道路通行效率。

2. 支持高等级自动驾驶服务是应用未来演进方向

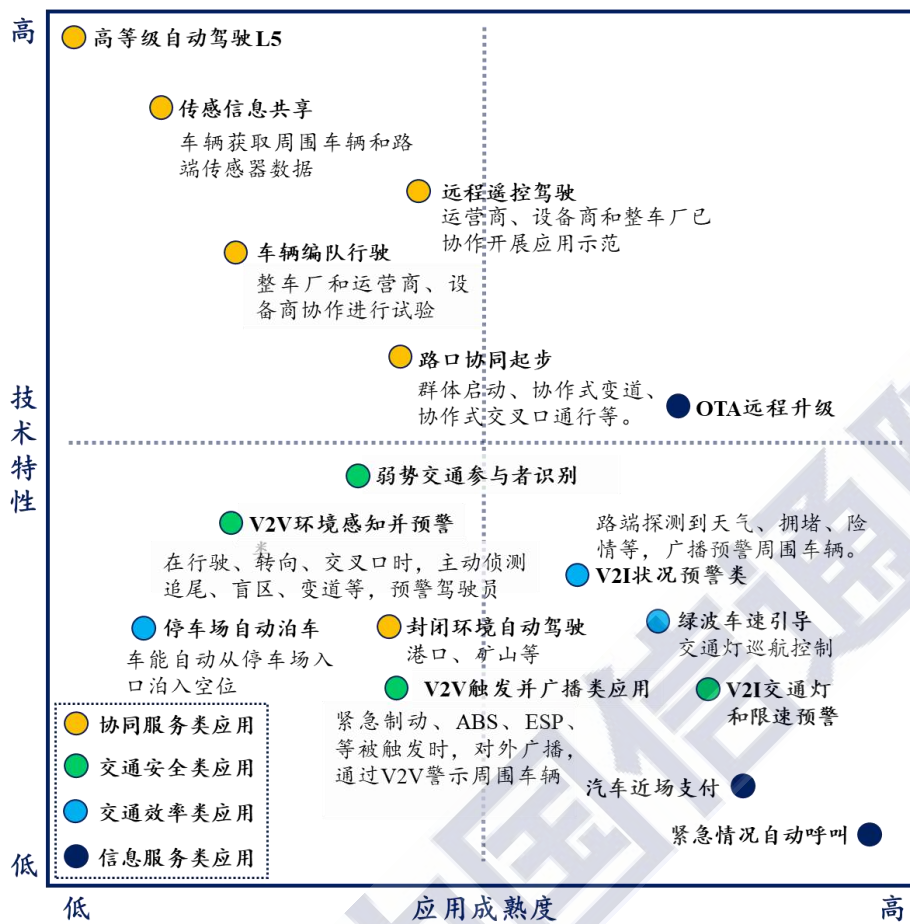
随着无线通信技术的不断演进，车联网应用也向着协同化和智能化发展，实现更高等级、复杂场景的自动驾驶服务。例如远程遥控驾驶，在 5G 网络的支持下，可以实时获取车辆的行驶状态和周边交通环境信息，通过发送指令控制远在几十、甚至几百公里之外的车辆，完成启动、加减速、转向等真实驾驶操作，可以应用于危险品以及矿区运输，也可以满足自动驾驶失效情况下人工远程介入的需求。美国

卡特彼勒的综合性管理监控系统（MINESTAR）、日本小松的综合性矿山车队管理系统（AHS）等已实现无人采矿方案的商业部署。再如车辆编队行驶，利用 5G 通信的低时延、高可靠能力，同方向行驶的一队车辆通过相互间的直接通信而实现互联，车队尾部的车辆可以在最短时间内接收到头车的驾驶策略，进行同步加速、刹车等操作。

3.应用成熟度象限

高等级自动驾驶是车联网的终极应用，然而绝非一蹴而就，而是需要众多细分的应用持续积累突破，逐步提升行驶安全性和效率，才能尽可能接近最终的完全自动驾驶状态。每个细分的应用，都是行驶过程中常见的场景，每个场景都有造成交通事故的可能性。每解决一个场景的问题，行驶的安全性就能有所提升，而这一点一滴的提升，则是逐步强化产业界和用户自动驾驶信心的基石。

按照技术特性和应用成熟度，可以将 C-V2X 支持实现的车联网应用大致划分为四个象限，如图 1 所示。技术特性高，说明从测试验证样品到可量产的产品还存在较大的技术难度；应用成熟度高，说明产业链、运营模式、管理制度和商业模式等已相对成熟。位居左上角顶端的是高等级自动驾驶，而位居右下角的是紧急呼叫预警 E-Call 等。



来源：中国信息通信研究院

图 1 应用成熟度象限

(二) 典型应用实践及价值链剖析

1. 智慧路口协作通行

在众多城市路况中，以交叉路口最为复杂，不同方向上的车辆、非机动车、行人都要在有限的时间内通过交叉路口，因此交叉路口通常是交通事故频发地、通行效率的瓶颈。我国 30% 的事故都发生在交叉路口、美国 36%、欧盟平均 43%、日本 42.2%。¹ 事故一旦发生，不仅造成人员伤亡，还会阻碍整个交叉路口的通行能力。

针对交叉路口场景，车联网应用可以规划包含：闯红灯预警、绿

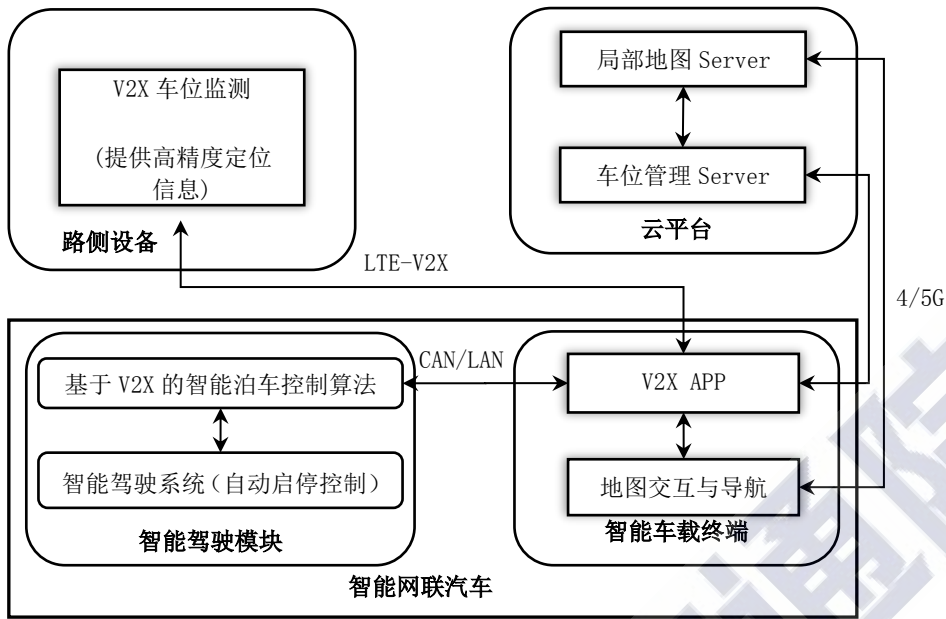
¹ 《城市道路交叉口交通事故分析》

波车速引导、协同启动、信号灯配时动态优化和路口车道动态管理等。其中，闯红灯预警和绿波车速引导当前以提供预警信息为主，随着车辆智能化程度提升，以及 C-V2X 应用与 ADAS 融合，可以更多参与到车辆主动控制环节等。协同启动则已经实现了 C-V2X 与车辆控制的结合，排队等待车辆通过 V2V 通信与头车绑定，在信号灯由红变绿过程中，头车起步时排队等待车辆同步启动，解决了受制于人类反应速度和车辆加速时间的延迟，有效提升交通出行效率。2019 年 9 月，世界物联网博览会期间，奥迪联合中国移动、华为、地平线等在无锡智慧交通示范区完成多项智慧路口的应用示范，包括信号灯信息显示、闯红灯预警及主动制动、路口协同启动、绿波车速显示、绿波引导车速巡航控制等。

在商业模式方面，仍处于全行业探索阶段。一方面是由于城市交通效率和安全类应用需要巨大的前期基础设施投入，包括采购安装感知设备与路侧单元、改造信号控制系统、部署 MEC 平台等；另一方面需要持续的维护和运营投入，包括人力成本和软硬件设备更新升级费用等。考虑车联网的跨行业属性特征，需要跨行业的管理、建设和运营主体充分的协同和分工，才能够找到车联网可持续的发展模式。然而，具有路侧标志标识、车辆及交通状态等信息的交通运输、交通管理等传统行业相对较封闭、且属地化管理特征明显。因此城市交叉路口场景下的车联网建设和运营模式面临的外部环境有别于传统电信网络，其建设和运营模式仍需要进一步探索。

2. 自动代客泊车

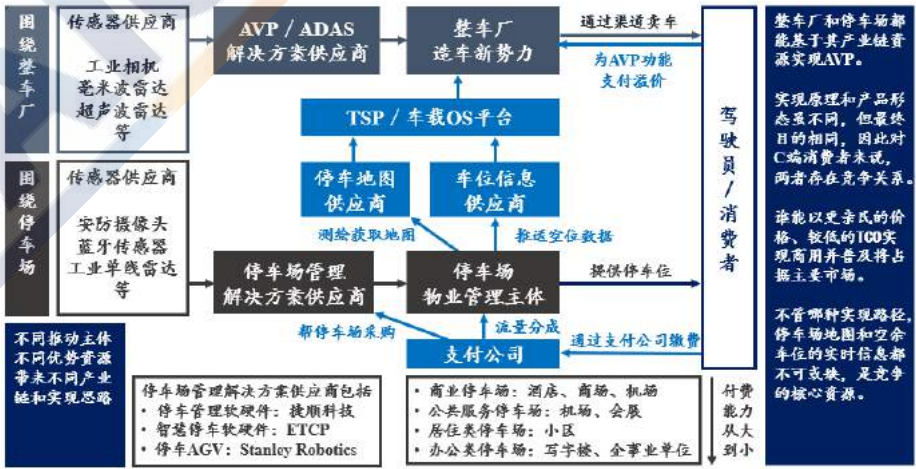
对大众消费者来说，在家和公司以外的场所停车一直是很大的难题。自动代客泊车（Automated Valet Parking, AVP）则是针对大众停车难、以及停车场管理等诸多痛点问题而设计实现的应用场景，当前主要方向包括车端解决方案和车场协同解决方案。车端解决方案，利用车载视觉或激光雷达等，通过低速自动驾驶技术，实现在限定区域（园区、地上停车场及地下停车场等场景）的自主代客泊车功能；车场协同解决方案，则是依靠智能型停车场基础设施与车辆间的互联（V2I），安装在停车场内的传感器引导车辆行驶到车位，并在这一过程中监控车辆的行驶路径和周围环境，车辆则需要能够安全地把停车场基础设施发出的指令转化为驾驶操作指令，并在必要时及时制动汽车，参考架构示意如图 2 所示。相比较，车场协同解决方案的优点是对车辆的感知和智能化程度要求不高，只需要电子制动、自动换挡、电子助力转向及远程互联等基本功能；缺点则是对停车场的改造成本较高，在戴姆勒与博世公司共同研发场端 AVP 系统方案中，每 3 个车位需要设置 25 个单线激光雷达，所有路口均需设置监控摄像头，且停车场内必须覆盖超低延迟的网络。2019 年 7 月，戴姆勒与博世公司在德国的 AVP 测试项目，正式获得了斯图加特与巴登-符腾堡州政府的特殊许可，将在梅赛德斯-奔驰博物馆停车场投入使用。



来源：中国信息通信研究院

图 2 场端自动代客泊车系统参考架构

在商业模式方面，自动代客泊车有两大推动主体：整车厂和停车场，产业链围绕两大推动主体展开，AVP 产业链结构行为特征如图 3 所示。从整车厂视角，AVP 可以作为智能网联汽车的选装功能项进行销售，在改造过的相应停车场进行适用。从停车场视角，AVP 则是代客泊车服务的智能化升级，可在停车费之余收取额外费用，节约代客泊车的人力成本。

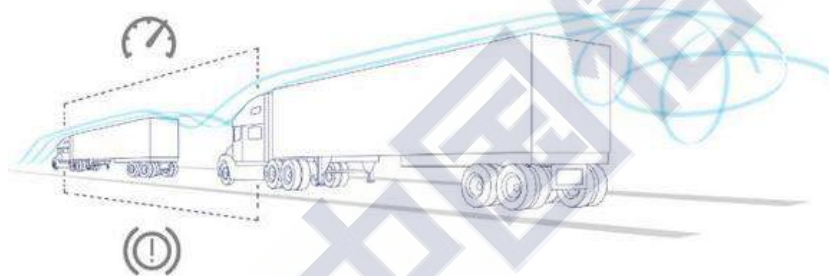


来源：中国信息通信研究院

图 3 AVP 产业链结构及行业特征

3.高速公路车辆编队行驶

高速公路场景下的车辆编队行驶可以降低空气阻力省油。当前后车距接近时，两车之间形成气流真空区，不会产生气流涡流，能降低空气阻力，示意如图 4 所示。根据北美货运效率委员会数据，能至少节省 10% 的油耗。不仅如此，车辆编队行驶还能有效降低劳动强度。长途货运卡车通常需要 2 名司机轮流驾驶，通过车辆编队行驶，只有头车需要司机专心驾驶，跟随车辆几乎不需要人类驾驶员接管，给司机提供更多休息时间，车队司机人数也可适当减少。



来源: <https://peloton-tech.com/>

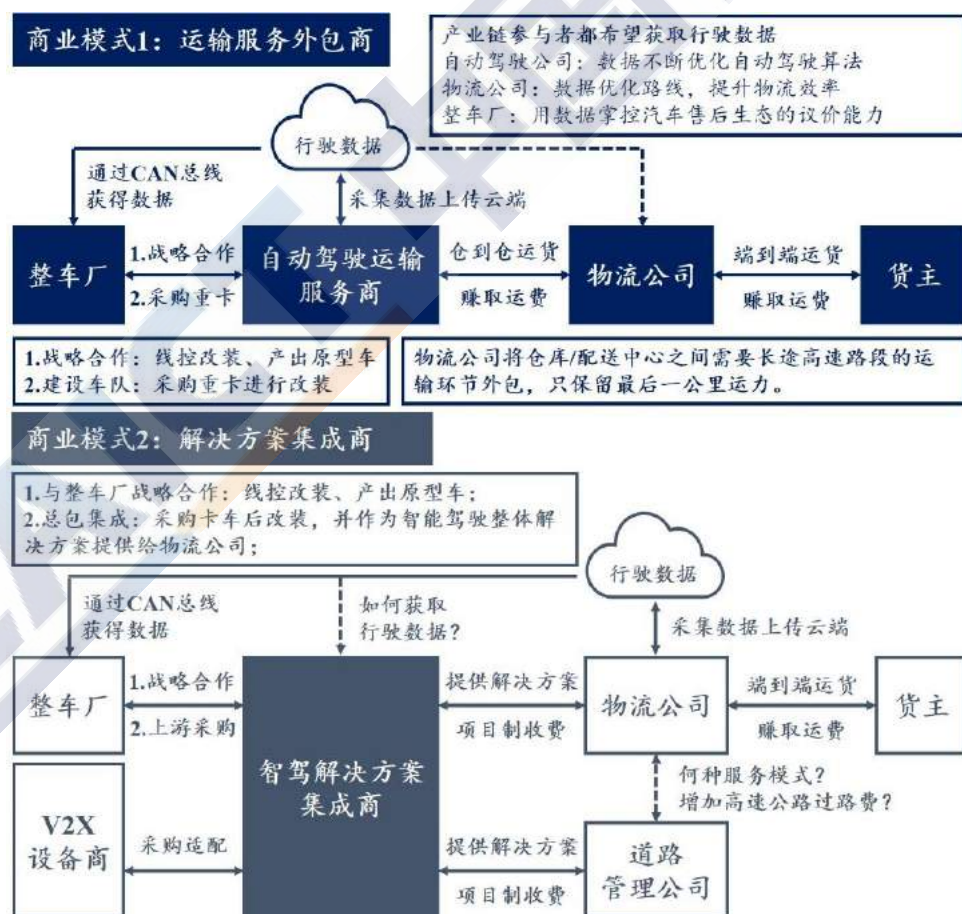
图 4 车辆编队行驶降低风阻示意²

目前有两类厂商在积极探索车辆编队行驶应用。一类是汽车厂商，如奔驰、戴姆勒、上汽、北汽、长安等；另一类是专注于研发卡车自动驾驶解决方案的公司，如 OTTO、图森未来、长沙智能驾驶研究院、主线科技等。2016 年 4 月，奔驰、沃尔沃、曼恩、斯堪尼亚、达夫和依维柯参与了世界首次跨境卡车编队行驶挑战赛，开启了车辆编队行驶产业化研发序幕；2019 年 5 月，我国东风商用车、福田、中国重汽三家企业共同参加了在天津举行的自动驾驶汽车列队跟驰标准公开验证试验。2019 年 11 月，由上汽集团、上港集团、中国移动

² <https://peloton-tech.com/>

合力打造的上海洋山深水港智能重卡示范运营项目，在洋山港物流园、东海大桥、洋山一期码头内，实现集装箱智能转运，这也是国际上首次实现 5G+自动驾驶重卡商业化落地。

高速公路场景下的车辆编队行驶在商业模式方面已初具模型。一种是基于自身的智能驾驶能力，为物流公司提供更高效率的运输外包服务，如图森未来；另一种是为物流公司提供智能驾驶解决方案，包括改装过的卡车、智能驾驶系统、云控平台等，如长沙智能驾驶研究院。运输外包服务模式更适合人力成本高昂、劳动力短缺的美国市场，而智能驾驶解决方案模式收费清晰，更适合国内市场。相关模式商业模式逻辑示意如图 5 所示。



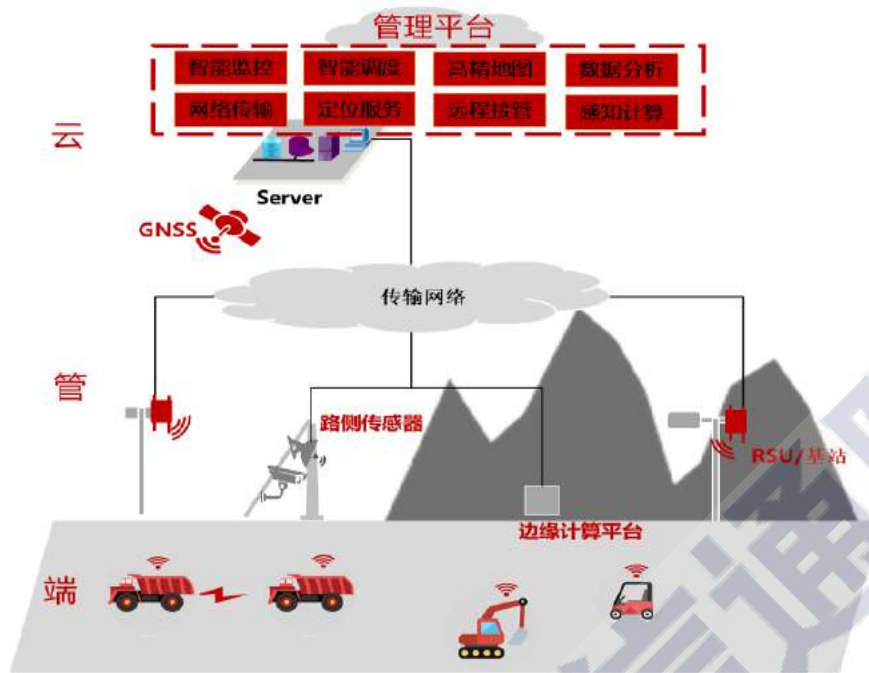
来源：中国信息通信研究院

图 5 车辆编队行驶的商业模式分析

4.智慧矿山网联自动驾驶

智慧矿山网联自动驾驶是指通过 5G、大数据、MEC 等新一代信息通信技术，实现对矿区环境下的车、人、物、路、位置等资产进行有效的智能监控、调度、管理、协同，提升智能化程度和安全生产水平，降低人工和油耗成本。在矿山环境下，从开采到运输的各环节存在诸多痛点，如安全事故频发、矿车司机招聘困难，以及管理运营成本高昂等，对于网联自动驾驶的需求迫切。与此同时，由于矿区独特的工况条件，如人员严格管控、矿车行驶限速严格控制、行驶路线固定等，使得网联自动驾驶实现相对较容易。综合考虑上述两方面原因，适合在矿山等封闭环境下优先考虑推广网联自动驾驶应用。

智慧矿山网联自动驾驶解决方案架构如图 6 所示，需要进行感知基础设施和网联设备的部署安装。首先，需要在道路沿线安装 C-V2X 路侧单元、MEC 平台等，为矿卡提供无线通信和计算能力。矿卡端则需要能支持 LTE-V2X、NR Uu 网络通信，同时还需要安装前视摄像头、激光雷达、毫米波雷达、高精度 GNSS 等传感器。同时，在云端需要建设车联网云控基础服务平台，为车辆提供定位、高精地图更新、故障监测、智能调度等功能。



来源：中国信息通信研究院

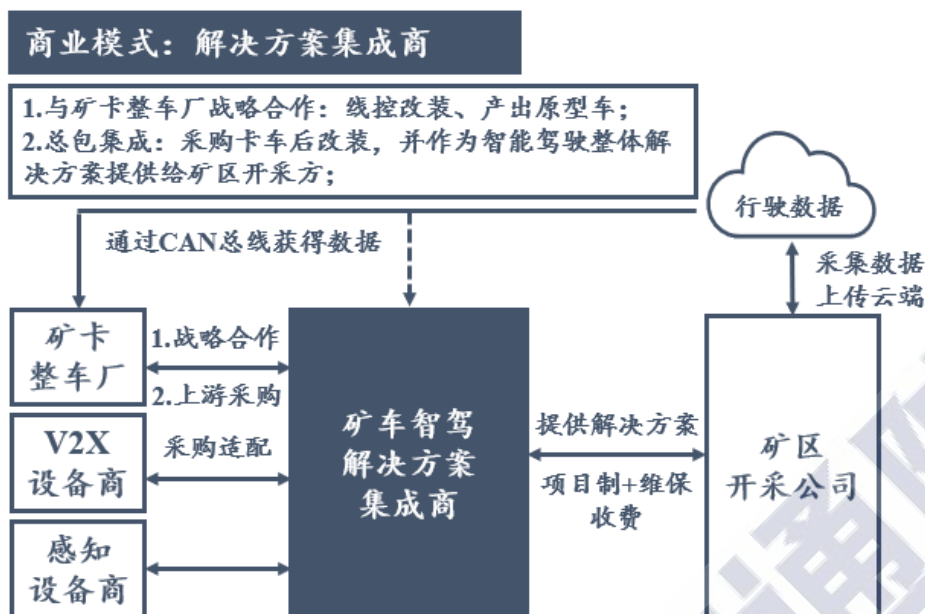
图 6 智慧矿山网联自动驾驶解决方案架构

目前有两类厂商在积极探索智慧矿山网联自动驾驶，并在国内多个矿区开展应用示范，相关工作布局如图 7 所示。一类是矿卡整车厂，如小松、跃薪智能、徐州重工、三一重工等；另一类是矿卡智能驾驶解决方案供应商，如慧拓智能、踏歌智行、长沙智能驾驶研究院等。跃薪智能与华为积极合作在洛阳钼矿开发远程遥控驾驶挖机。慧拓智能在内蒙、山西与多方联合建立智慧矿山自动驾驶综合创新示范中心并落地实施。踏歌智行在 2018 年 8 月联合中国移动、华为在包头的白云鄂博稀土矿区开展的应用示范，完成了 MT3600B、NTE150T、同力 90T 宽体车的无人化改造。



图 7 国内企业积极探索智慧矿山网联自动驾驶工作

智慧矿山网联自动驾驶的商业模式相对清晰,由智能驾驶解决方案供应商牵头,提供整体解决方案给矿山开采公司,示意如图 8 所示。开采公司需要巨大的前期投入,改造矿车、建设矿上“云管端”基础设施等,但后续通过省去的矿卡司机年薪、社保等费用逐步收回成本。智慧矿山网联自动驾驶的模式还可复制到其他特定工况,如港口、码头、科技园区等相对封闭场景。



来源：中国信息通信研究院

图 8 矿区智能驾驶商业模式

（三）产业生态新体系

车联网产业涉及汽车、电子、信息通信、交通运输和交通管理等多个行业，具有产业带动性强、社会影响力大等特点。借助于“人-车-路-云”交通参与要素之间的有效连接和信息交互，不仅可以促进信息通信技术在跨行业领域的应用推广，还有助于加强汽车、交通等传统产业之间的联系，形成相互间的协同发展，并逐步培育出新的产业生态。可以简单的将车联网产业生态发展简单理解为基础奠定期、协同发展期和新产业培育期三个阶段，当前车联网产业生态图谱如图 9 所示。基础奠定期包括 C-V2X 路侧单元的规模化商用、行业领先车企以及营运车辆等的车载单元率先渗透、MEC 平台的部署、测试仿真场景库的构建、测试示范区的建设等。协同发展期是车联网各类别终端通过智能网联汽车和智慧交通的发展而逐步实现普及，如结合旧车换代周期、新车补贴政策、智慧城市建设、5G 网络部署、智慧

公路试点等，只有当足够多的车和路支持 C-V2X，车联网应用才能发挥其真正的价值。新产业培育期则是在此前基础上，在车联网应用平台上融合车端和路端采集到的数据，挖掘数据的价值，开发数据增值产品与服务，为汽车厂商、交管部门、产业链企业和大众消费者提供的全新应用生态。

应用服务生态	电子导航 高德地图 百度地图	支付入口 蚂蚁金服、 微信、银联	停车服务 ETCP、停哪儿、停简单、 捷顺、嘉泊客、爱泊车	网约车+共享汽车 滴滴、首汽约车、曹操 专车、享道出行	更多。。。	公共数据供应商 交通信息提供部门、应 急响应部门、环境气象 信息部门、保险部门、城 市规划部门、基础设施 维护部门
	V2X车路协同应用新生态：将各大商区、景区、服务区、加油站、学校、酒店、办公区的资源数字化，为车辆提供各类应用服务，如加油充电、洗车、维修保养、救援、汽车金融、停车、违章查询、车险、法律服务、二手车交易、天气、新闻资讯、订酒店机票、外卖餐饮、音乐广播视频；					
V2X车路协同云控平台，合纵连横打通数据接口：启迪云控、华为OceanConnect、中国移动						
智能座舱	车联网数据应用 彩虹无线、鼎然、评驾、 北理新源、东软、联想	驾驶状态监测DMS 清智、自行、径卫、辉创、 极目、Minieye、中科创智眼	语音识别人机交互 Nuance、科大讯飞、傲硕、 科技、云知声、思必驰	手势识别 未动、凌感、 微动、极鱼	智能车锁 银基安全	智慧交通 智慧交通大脑 阿里、腾讯、百度 滴滴、华为 信号控制系统 海信网络、格林威 千方、振业优控 ETC系统 金溢、万集、聚利
	TSP/智能座舱OS 黑莓、Linux、斑马、博泰	车控/自动驾驶OS AUTOSAR、Linux、东软、华为	Hypervisor 中科创达 致远科技	显示屏模组 夏普、三星、 LG、友达	汽车安全 奇虎360 梆梆安全	
	车机/智能座舱芯片 NXP、ST、Infineon、TI	ADAS/自动驾驶芯片 Nvidia、Mobileye、地平线、寒武纪		显示芯片 NXP、ST、 Nvidia	安全芯片 芯钛、磐启 中电华大	
	中控屏集成：哈曼、Conti、 Bosch、德赛西威、Visteon	全液晶仪表集成： Bosch、德赛、东软	HUD：Conti、电装、泽景、 FUTURUS、京龙睿信			
智驾	乘用车智驾L2-L4 纵目科技、径卫视觉、 极目智能、Momenta	重卡智驾 希迪智驾、西井、 图森未来、上汽	矿车智驾 Komatsu、踏歌智 行、希迪智驾	公交车智驾 深兰科技	环卫车智驾 酷哇中联 仙途智能	高精度地图 四维、高德、百度 易图通、晶众、宽凳
车控	线控制动EHB/EMB Bosch、Conti、ZF、ADVICS、 伯特利、同驭汽车、拓普集团	线控转向HPS/EHPS Kayaba、Bosch、ZF、JTEKT、 Nexteer、联创电子、拓普集团	电子油门Drive by Wire Hella、联电、宁波高发、 奥联电子、凯众股份	交通摄像头控系统 大华股份、易华录、千方科技、银 江股份、高新兴、佳都科技、皖通 科技、万集科技、 中安股份		
整车	主机厂 奥迪、宝马、通用、丰田、 上汽、长城、广汽、吉利	商用车主机厂 宇通、金龙、东 风、解放、陕汽	Tier 1 Bosch、Conti、Denso、Renesas、 Visteon、华域、德赛西威、华为	新势力造车 Tesla、小鹏、威马、 理想、蔚来、车和家		
基础设施	基础电信运营商：中国移动、中国电信、中国联通					
	MEC 华为、浪潮、 阿里、 网宿科技	云计算 阿里、腾 讯、华为、 浪潮	V2X芯片/模组 高通、华为、大唐、 移远、芯讯通、 Autotalks等	V2X RSU 华为、大唐高鸿、东软、 中移物联网、SAVARI、 Cohda、万集等	V2X OBU 星云互联、华为、 大唐高鸿、东软、 金溢等	CA平台 大唐 国汽智联 智能斑马线 蓝泰科技、捷客通
感知层	高精度IMU 博世、ADI、 深迪、意法	激光雷达 Velodyne、IBEO、 Quanergy、 禾赛科技、速腾聚 创、镭神智能、北 科天绘	毫米波雷达 Bosch、Conti、 Hella、Denso、 TRW、华域、 德赛西威、森思 泰克	超声波雷达 Bosch、Valeo、 Murata、Nicer、 Denso、同致电 子、奥迪威	车载摄像头 Panasonic、Valeo、 Fujitsu、Conti	道路 摄像头 海康 大华 宇视
	高精定位：北 斗星通、千寻				CMOS：索尼、 三星、豪威	气象 传感器 信测科技 源清慧虹
测试	场景库和训练平台 百度、国汽智联	仿真测试 ANSYS、中国信通院等	测试检测仪器 Rohde&Schwarz、Keysight	国家级测试示范区：京冀、长春、重庆、成都、无锡、 上海、浙江、广州、长沙、武汉等		

来源：中国信息通信研究院、国泰君安证券股份有限公司

图 9 产业生态图谱

1.平台是基础，支撑打造车联网产业新生态

车联网应用平台将是车联网产业生态体系的核心，可实现全面的数据接入、存储分析、协议开放、赋能服务等能力。车联网应用平台

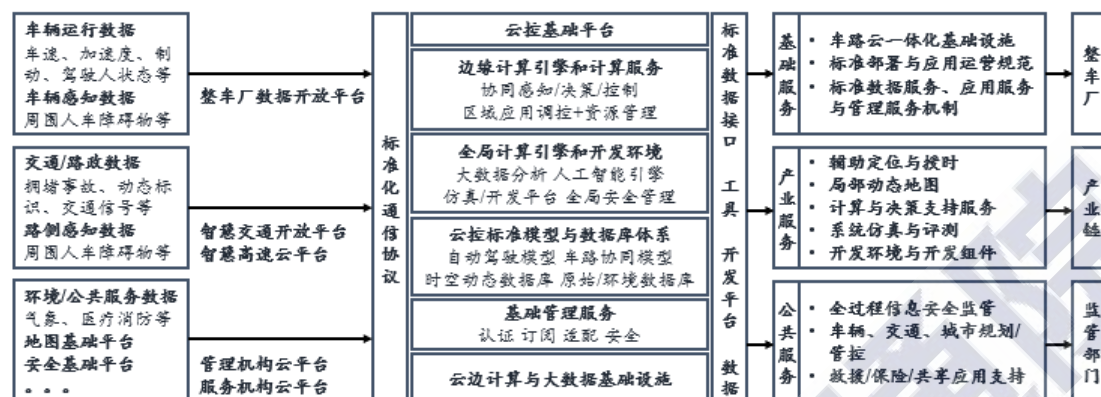
需要具备强大的整合能力，将分散在各处的系统串联、数据打通，向下能触及所有终端和路侧设备，如路边单元、车载单元、传感器、车机、交通摄像头等；平行方向能与跨行业应用平台或监管平台进行数据交互；向上能支持承载各式各样的应用服务。车联网应用平台的潜在用户可以为汽车厂商、交通管理部门、运营商、车联网应用服务商，以及整车和交通产业链上的所有关联企业。

目前，产业界已经基本形成“路侧-区域-中心”多层级平台架构的共识。路侧平台主要负责汇聚小范围内的路边单元、路侧感知设备、交通管理设备等，对原始数据进行分析处理、提供小范围应用服务，并形成结构化数据上传区域或中心平台。区域和中心平台作为更上层的服务节点，实现多个路侧平台、行业平台、车企平台的多源数据汇聚融合，并在此基础上提供更全面的数据开放服务和更宏观的车联网应用服务。在多层级平台架构中，平台层级越高，数据范围越大、服务类型越多，平台层级越低，服务粒度越细，服务精度越高。不同层级的平台间通过边云协同实现联动，根据各类车联网应用场景的需求提供适合的服务质量。

车联网应用平台的建设不只是技术层面打通所有接口，更是培育车联网产业新生态的过程。平台的建设将分级、分步骤实施，先期聚焦发展区域性、功能性的子平台，包括汽车厂商云平台、交通指挥调度平台、超视距感知平台、实时高精度地图平台、应急救援管理平台等，最终逐步整合出协同统一共性基础服务平台。针对不同企业特色、不同地域、不同功能的子平台，应在交互接口、传输协议、数据格式

等方面进行协调和标准化，促进实现跨平台的互联互通和开放服务。

智能网联汽车云控基础平台的建设构想如图 10 所示。



来源：《智能网联汽车云控基础平台分析与发展概述》

图 10 车联网应用平台建设构想³

综合来看，车联网应用平台商需要对产业链的各个领域都有技术积累，如无线通信、交通管控、车机软件、汽车电子、云边计算、大数据等。在建设平台的过程中，平台商需要能给接入平台的汽车厂商、零部件厂商、交管部门、应用开发者、服务提供商带来价值。除此之外，平台商还需具备强大的技术整合能力、庞大的运维团队、资金实力，并保持友好开放的合作态度，以及相对中立的背景。未来，车联网云服务平台的商业模式核心在于为用户带来价值增量。平台建成后，面对各方用户，平台商的议价能力需源于其数据变现的能力。

目前，国内各重点地区和企业正在结合自身优势逐步建设车联网应用平台。无锡、长沙、北京、上海、重庆等车联网先导区和示范区已经建立 C-V2X 运营服务平台；国内三大电信运营商积极开展车联网应用平台试点，中国移动在北京、无锡、上海、宁波、柳州等地方，中国电信在雄安，中国联通在常州、重庆等地部署支持车联网业务的

³ 《智能网联汽车云控基础平台分析与发展概述》

MEC 服务平台；滴滴、腾讯、百度、阿里等互联网企业布局开发面向车联网应用服务的路侧平台和中心平台；中国交建中咨集团、启迪云控等企业分别从交通、汽车等行业视角探索应用平台的建设与运营。

表 2 有望协助建设车联网应用平台的各类厂商

类型	优势资源
互联网公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 对互联网生态有非常好的理解； ● 已在出行领域拥有多维数据积累； ● 云计算基础设施的承载能力强。
相对中立的车载 OS 供应商	<ul style="list-style-type: none"> ● 车载 OS 是传统车联网系统的核心，也是新型车联网生态的入口，技术和商业整合能力强； ● 已有相关产品渗透到车联网的多个环节。
运营商及其下属车联网公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 作为管道能获得传输的所有数据； ● 云边计算基础设施承载能力强。
车联网数据变现先行者	<ul style="list-style-type: none"> ● 对车联网数据已有深入的理解； ● 数据处理能力强； ● 商业模式创新能力强。
政府牵头成立的合资公司	<ul style="list-style-type: none"> ● 类似银联、网联、信联的股权架构，由行业头部厂商和行业协会等比例持股，共同经营，中立性更佳，同时也能获取各方数据。

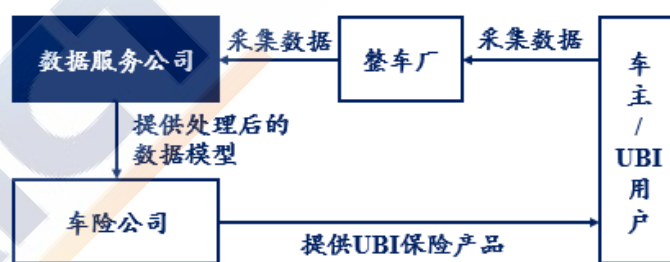
来源：中国信息通信研究院、国泰君安证券股份有限公司

2.数据是燃料，驱动形成车联网新应用和服务

随着消费互联网的升级以及 C-V2X 技术的产业化成熟，“人-车-路-云”全方位网络连接，汽车将不再是简单的出行工具，而是可以提供出行、生活、娱乐、办公等服务的智能载体；于此同时，车辆共享、分时租赁等移动出行即服务（Mobility as a Service, MaaS）将成为新常态，车联网保险等后服务市场新业务进一步涌现。“数据”作为驱动这些车联网应用服务的新燃料，将发挥出越来越重要的作用。车联网应用涉及的数据涵盖人-车-路互联和外部跨界数据，横向可跨越产品研发、制造、使用等环节，纵向涉及企业、产业链和生态链，

而应用则面向特定场景，通过数据采集、传输、存储、挖掘、可视化等一系列技术方法，将数据中包含的价值信息释放，促进产品及商业模式的创新。

当前，在整车厂内部、汽车或交通相关科研机构、部分大数据公司都在积极挖掘车联网数据的价值，以数据驱动的新商业模式开始出现。以 UBI 车险为例，如图 11 所示，整车企业联合互联网数据分析公司、保险公司，基于 CAN 总线数据判断车主驾驶行为、习惯、事故发生时的状态等，协助保险公司量化保费、调查事故。未来，结合车联网大数据，还有望看到更多有趣的车联网应用服务。以道路维修保养为例，在全国范围内行驶的智能网联汽车相当于高精度的传感器，通过车辆行驶相关环境采集数据，可发现道路设施的异常点，在出现重大问题之前及时修补。还可基于车辆传感器采集的数据，提供区域性天气变化、危险事故预警等。



来源：中国信息通信研究院

图 11 UBI 保险商业模式

综合来看，车联网数据应用的发展势头迅猛但成熟度仍然不足，业界和学术界也对数据的规范性、兼容性、开放性和安全性心存顾忌，主要原因：一是各种数据源互联互通和共享较低，呈现出数据孤岛特性；二是数据源质量参差不齐，数据可信度不高；三是缺乏必要的数

据安全保障和管理机制。在车联网应用中发挥数据最大的价值，仍然需要在政策法规和关键技术两方面持续推进研究。

四、C-V2X 融合发展政策措施及建议

（一）欧美战略性布局车联网产业发展

1. 美国持续从政策推动车联网部署实施

美国通过持续出台智能交通系统战略规划，促进车联网的可持续发展。《ITS 战略规划 2015-2019》明确了智能交通领域的发展方向，确立了汽车的智能化、网联化的核心。该战略规划聚焦两大发展主题：实现网联汽车，推动网联汽车进入实质性应用阶段；推进自动化驾驶，采用相关技术推进车辆的自动驾驶与无人驾驶。此外，美国注重人工智能、大数据等数字化手段对基础设施的赋能。《国家人工智能战略（2019）》明确了美国将持续在基础人工智能研究上长期投资的战略，且重点指出建设强大的智能交通系统。2019 年 12 月，美国联邦通信委员会(FCC)一致投票通过将重新分配 5.9GHz 频段的大部分频谱，将 5.905-5.925GHz 的 20MHz 频段专用于 C-V2X 无线通信技术。

2. 欧盟明确车联网产业发展的引领带动作用

欧盟委员会认为网联和自动驾驶是欧洲的一个新机遇。随着车辆的自动化程度和连接性的提高，移动出行正在跨越到一个新的阶段，并且能够实现车辆与道路基础设施以及其他道路使用者的“沟通”，将助力构建以汽车为核心的新型数字生态体系。未来，自动驾驶和网联

汽车的新市场将成指数级增长，预计到 2025 年，欧盟汽车行业的收入将超过 6200 亿欧元，欧盟电子行业的收入将超过 1800 亿欧元。因此，自动驾驶和网联汽车可以支持欧盟打造更强大、更具竞争力的产业雄心，创造新的就业机会，促进经济增长。同样，《增强欧盟未来工业的战略价值链》报告指出以大数据、人工智能等新技术为驱动的创新型市场主体正在改变传统工业价值链，将逐步发展出全新的工业生产方式和市场模式，并将“清洁网联自动驾驶汽车（Clean, Connected and Autonomous Vehicles, CCAV）”列入欧盟的关键战略价值链，认为该项目在增强欧洲经济和创新实力、保持欧洲的技术和市场竞争能力、维持就业稳定以及提升关键使能技术的教育储备四个方面具备巨大的潜力。

CCAV 报告提炼将“全球竞争力、排放、战略自主权、关键技术领导力、用户出行体验”作为 2030 年战略发展愿景，并在“车载组件、基础设施、典型应用服务、保障措施”四个方面提出了 16 项具体行动，重点布局包括：一是要构建服务重型货运物流的可持续道路运输生态系统，包括车辆和道路基础设施的性能标准、发展车辆编队行驶等。二是要注重典型场景下的先试先行，强调促进市政采用清洁和自动公交车等。三是要数字基础设施赋能大数据分析和先进人工智能应用于网联和自动驾驶，包括开发并应用安全且具有成本效益的欧洲数字基础设施及后装设备。例如，红绿灯通用接口、交通管理大数据；四是开发和部署网联自动驾驶通信和数据基础设施。要在实际道路条件下大规模部署网联和自动驾驶，例如从欧盟 5G PPP 跨境走廊项目要逐

步走向大规模试点。

（二）我国车联网产业发展环境加速形成

1.政策体系不断完善

我国政府高度重视车联网产业发展，提出了建设“制造强国、网络强国、交通强国”的战略发展目标，各级政府部门积极响应，从出台产业指导政策、加快基础设施建设、推广应用示范等多个方面加快部署。2018年11月，工业和信息化部印发了《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5905-5925MHz 频段的频率管理规定》，确定了基于 LTE-V2X 技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段及使用要求。同时，在工业和信息化部无线电管理局指导下，海南省无线电监督管理局、天津市工业和信息化局分别向中国铁塔股份有限公司海南省分公司和天津市马可尼信息技术有限公司颁发 5905MHz ~ 5925MHz 频段车联网（智能网联汽车）试验频率使用许可。2018年12月，工业和信息化部印发了《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，明确以网络通信技术、电子信息技术和汽车制造技术融合发展为主线，充分发挥我国网络通信产业的技术优势、电子信息产业的市场优势和汽车产业的规模优势，推动优化政策环境，加强跨行业合作，突破关键技术，夯实产业基础，形成深度融合、创新活跃、安全可信、竞争力强的车联网产业新生态。2019年7月，交通运输部印发《数字交通发展规划纲要》，推动自动驾驶与车路协同技术研发，开展专用测试场地建设。鼓励物流园区、港口、铁路和机场货运

站广泛应用物联网、自动驾驶等技术。2019 年 9 月，中共中央、国务院近日印发《交通强国建设纲要》，明确提出了加强新兴运载工具研发，加强智能网联汽车研发(智能汽车、自动驾驶、车路协同)研发，形成自主可控完整的产业链。2019 年 12 月，工业和信息化部发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》征求意见稿，强调推动新能源汽车与交通、信息通信的融合发展，加强跨行业融合标准对接与数据共享，协调推动智慧路网设施建设。2019 年 12 月，交通运输部印发《推进综合交通运输大数据发展行动纲要（2020—2025 年）》，推进第五代移动通信技术（5G）、卫星通信信息网络等在交通运输各领域的研发应用。

2.协同机制逐步强化

为进一步加强跨部门跨领域的协同，2017 年 9 月由工业和信息化部作为召集人，联合 20 个部门和单位成立了“国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会”，统筹推动车联网发展规划、政策和措施，跨部门协调解决车联网发展重大问题。2018 年 11 月，车联网产业发展专项委员会第二次会议在雄安召开，会议指出要强化产业链协同创新，加快基础设施升级改造，把 LTE-V2X、5G 等通信网络部署和智能交通、交通管理信息化协同推进。2019 年 7 月，车联网产业发展专项委员会第三次会议在江苏无锡召开，强调要抢抓发展机遇，结合 5G 商用部署，发挥我国在网络技术、试点示范、产业融合、体制机制等方面的基础和优势，加快 5G 与车联网融合创新。

与此同时，各部门积极协同组织开展新技术新业务验证和应用示

范。2018 年 11 月，工业和信息化部、公安部、交通运输部和雄安新区共同签署了《关于在雄安新区开展车联网及智能交通示范应用的合作协议》。2019 年 7 月，交通运输部与工业和信息化部联合认定的上海临港、江苏泰兴、湖北襄阳等智能网联汽车自动驾驶封闭场地测试基地授牌，旨在打造智能网联汽车自动驾驶封闭测试场地的范本和标杆。同期，自然资源部、工业和信息化部与北京市正式启动车联网（智能网联汽车）和自动驾驶地图应用试点，加快解决自动驾驶地图标准、资质等关键问题，推动自动驾驶地图安全应用。

3.技术创新深入实施

2019 年 6 月，工业和信息化部向中国电信、中国移动、中国联通和中国广电发放 5G 商用牌照，加快 5G 与垂直行业融合发展，地方积极开展 5G 车联网基础设施建设，系统、芯片、终端等关键环节取得突破，产业链上下游协作更加紧密。2019 年 6 月，工业和信息化部组织成立了“国家智能网联汽车创新中心”。同期，工业和信息化部对车联网（智能网联汽车）行业建设产业公共服务平台、开展行业示范等提供支持及方向引导。教育部加大相关专业人才培养力度，认定车联网领域新工科研究与实践项目。科技部组织实施科技重大专项，推动 5G、人工智能在新能源汽车上的应用。

4.国际合作稳步推进

工业和信息化部推动中欧、中法汽车工作组会议顺利召开，中德两国有关部门签署《关于自动网联驾驶领域合作的联合意向声明》，

市场监管总局（国标委）会同工信部与德国经济和能源部召开中德智能网联汽车标准化合作会议。中国代表当选联合国世界车联网法规协调论坛（WP29）自动驾驶车辆工作组副主席。在 2019 年 9 月 6 日，李克强总理和德国总理默克尔会见期间，中国信息通信研究院与德国宝马集团签署谅解备忘录，共同加速推进智能网联汽车发展。

（三）C-V2X 融合创新发展展望

全球车联网产业正处于加快部署的关键时期，我国基于国情确定了智能化与网联化同步推进的发展思路，以及要充分依托 4G/5G 等公众网络促进交通基础设施升级或新建的路径选择。车联网产业的发展正在稳步推进，但也面临着诸多问题和挑战，仍然需要产业界各方在跨行业协同、模式创新和开放合作等方面付出更多努力，共同推动我国 5G 与车联网的融合创新发展，带动和影响形成全球广泛认同。

跨行业协同仍然需要加强。由于车联网产业的跨行业、跨领域属性突出，如何解决汽车、信息通信、交通运输和交通管理的跨界融合问题一直是国内外面临的共同挑战。面对跨行业的技术攻关、数据合作和试验验证等难题，形成高效的协同机制是关键。一是技术布局取长补短。充分发挥信息通信领域的基础技术优势，持续加强对 C-V2X/5G、边缘计算、人工智能、大数据、信息安全、北斗卫星导航等与车联网、智能交通相结合领域的研发支持，并重点关注车载操作系统、芯片、计算平台等智能网联汽车核心技术研发。在技术创新实践过程中，要注重迭代创新，围绕有效、实用的市场需求，重点选择短板技术扎实做好研发攻关，在实用中不断迭代实现逐步突破。二

是敢于尝试数据合作。积极探索跨行业的数据应用，尝试用区块链、隐私计算等新兴技术手段保证数据的安全合规，促进交通管理设施与车联网通信基础设施建设的协同。三是积极推动大规模测试验证和先导性示范。在规模化的应用场景下进行 C-V2X 技术的系统性功能、性能验证，并基于数据量化分析 C-V2X 技术在提升交通效率、降低交通事故方面的效用，提升汽车、交通等应用方的车联网价值认知及部署意愿。

模式创新仍然需要探索。车联网产业发展仍然需要探索在建设运营主体、商业模式和安全管理模式等方面的创新工作。一是要形成可持续的建设运营模式。各方资源可选择在具备条件的重点城市先行先试，在交通管理信号开放、路侧基础设施与应用平台建设、业务数据共享与保护等方面加强探索。二是要形成持续稳定的商业模式。融合考虑基础电信运营商在网络运营、车企在业务推广与用户服务方面的经验优势，通过成立合资公司、形成稳定的购买服务等模式，探索出典型应用的商业模式，从而以点带面形成创新突破。三是要形成巩固的安全管理模式。构建功能安全与信息安全相结合的安全防护体系，建立协同统一的安全认证管理平台，确保车联网各类终端设备之间的安全互认，并开展车联网数据和隐私保护相关研究和技术手段建设。

国际合作产业生态仍然需要完善。现阶段欧盟、美国对于 C-V2X 技术的产业化发展均持利好政策，是深化国际交流合作、构建良好的国际产业生态的关键时期。一是加强沟通交流。利用好中德、中欧、中美、中日等双边和多边合作机制，加强彼此在技术创新、测试验证

和应用示范等方面的务实交流与合作。二是“引进来”与“走出去”**并重**。我国企业积极开拓海外市场并参与国际标准化工作，将中国方案推广成为国际广泛共识；同时，接纳全球领先企业深度参与我国车联网产业发展中来，形成开放包容、合作共赢的良好格局。

CAICT 中国信通院

CAICT 中国信通院

特别鸣谢的企业单位：

中国通信标准化协会

中国移动通信集团有限公司

中国联合网络通信集团有限公司

中国电信集团有限公司

浦发硅谷银行有限公司

上海汽车集团股份有限公司

华为技术有限公司

大唐电信科技产业集团

国汽(北京)智能网联汽车研究院有限公司

中兴通讯股份有限公司

北京千方科技股份有限公司

北京星云互联科技有限公司

上海淞泓智能汽车科技有限公司

北京四维图新科技股份有限公司

滴滴出行科技有限公司

慧翰微电子股份有限公司

上海博泰悦臻电子设备制造有限公司

斑马网络技术有限公司

深圳市镭神智能系统有限公司

纵目科技（上海）股份有限公司

北京初速度科技有限公司

上海芯钛信息科技有限公司

上海傲硕信息科技有限公司

长沙智能驾驶研究院有限公司

北京停简单信息技术有限公司

停哪儿成都信息科技有限公司

当家移动绿色互联网技术集团有限公司

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62300016、62304839

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

